

نخستین درس در ستاره شناسی - بخش سوم

درس اول: نور در ستاره شناسی

دکتر حسین شناور



پروژه سراسری دانش آموزی امام جعفر صادق (ع) کوهان



مدیریت آموزش و پرورش شهرستان گلبهار

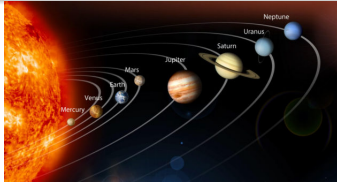
- این مجموعه درس برای آشنایی مقدماتی دانش آموزان و علاقمندان فارسی زبان با مباحث نجوم، اختر فیزیک و کیهان شناسی طراحی شده است. هدف اصلی این مجموعه درس، افزایش دانش علاقمندان به ستاره شناسی است؛ هرچند، به برخی مهارت های مربوطه نیز پرداخته خواهد شد.
- خواهشمندم هرگونه اشتباه نوشتاری، مفهومی و یا محاسباتی را به آدرس ایمیل من ارسال کنید تا در ویرایش های بعدی تصحیحات لازم اعمال شوند:
h.shenavar@gmail.com
- از همکاران محترم در گلبهار و گلکان، برای همفکری ها و حمایت هایشان از فعالیت های پژوهش سرای دانش آموزی گلکان، کمال سپاسگزاری را دارم.
- برای ضبط این درس ها از نرم افزار Zoom استفاده شده است.

۱ درس اول: نور در ستاره شناسی

● چہستی نور

● نور در کیهان

طرح درس کلی "نخستین درس در ستاره شناسی"



نخستین درس در ستاره شناسی به چهار بخش زیر تقسیم می شود.

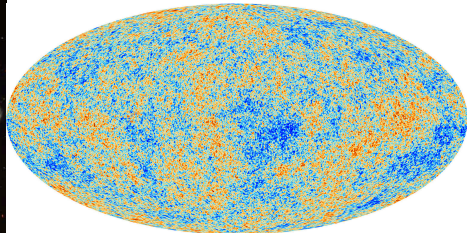
بخش نخست: مقدمات نجوم

بخش دوم: منظومه شمسی

بخش سوم: ستارگان

بخش چهارم: کهکشان ها و کیهان

هر بخش شامل چندین درس خواهد بود.



آنچه گذشت؛ بخش نخست: مقدمات نجوم

● موضوعات مطرح شده بخش اول از نخستین درس
در ستاره شناسی، یعنی مقدمات نجوم، به صورت زیر است:

۱ طرح درس

۲ مقدمه ای بر نجوم

۳ نجوم با چشم غیر مسلح

۴ چرخه های آسمان

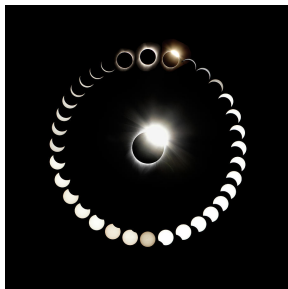
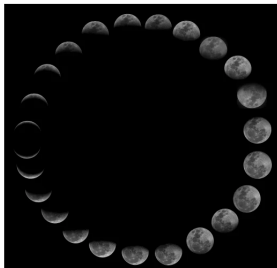
۵ ماه و هلال هایش

۶ خورشید گرفتگی و ماه گرفتگی

۷ تلسکوپ ها

۸ گرانش به زبان ساده

۹ جزر و مد



موضوعات مطرح شده بخش دوم از نخستین درس

در ستاره شناسی، یعنی منظومه شمسی، به صورت زیر است:

نگاهی به منظومه شمسی

ستاره ما، خورشید

سیارہ ما، زمین

قمر ما، ماه

سیارہ تیر (عطارد)

سیاره ناهید (زهره)

سیاره مریخ

سارو مشتمی

قمیہا، مشتی

سوارہ زحار

سیاره های اورانوس و نپتون

سیارک ہائے اورانوس و پٹوں

دنیا را دارها در منظومه شمسی

اب اورت

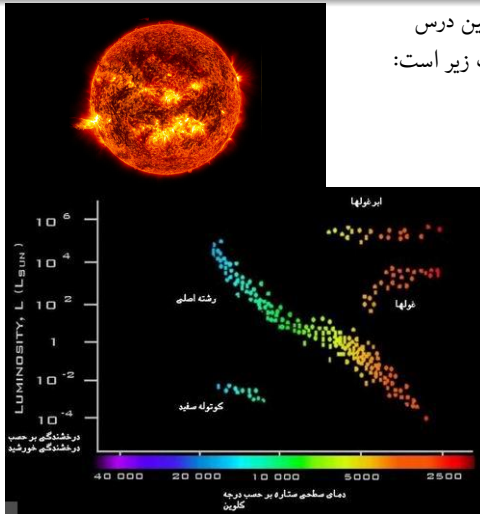
شہاب سنگ، ہا در منظمہ شمس



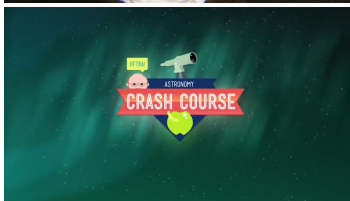
طرح درس بخش سوم از نخستین درس در ستاره شناسی: ستارگان

موضوعات مطرح شده بخش سوم از نخستین درس
در ستاره شناسی، یعنی ستارگان، به صورت زیر است:

- ۱ نور در ستاره شناسی
- ۲ فاصله ها در ستاره شناسی
- ۳ ستارگان
- ۴ سیارات فراخورشیدی
- ۵ کوتوله های قهوه ای
- ۶ ستارگان کم جرم
- ۷ کوتوله های سفید و سحابی های سیاره نما
- ۸ ستارگان پرجرم
- ۹ ستارگان نوترونی
- ۱۰ سیاهچاله ها
- ۱۱ ستاره های دوتایی و چندتایی



طرح درس کلی "نخستین درس در ستاره شناسی"



این مجموعه درس بر اساس سرفصل های دوره فشرده نجوم PBS با عنوان *Crash Course Astronomy* تهیه شده است؛ هرچند، از منابع دیگر هم استفاده خواهد شد.

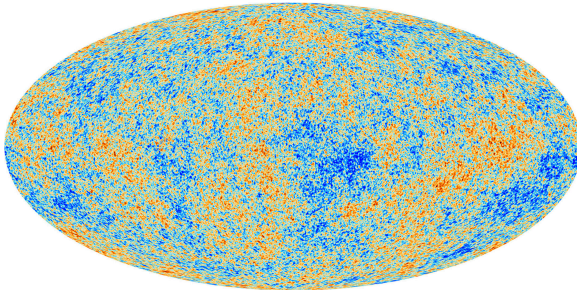
نویسنده اصلی مجموعه دوره فشرده نجوم Philip Cary Plait می باشد که با نام های *The Bad Astronomer* و منجم ناقلًا هم فعالیت می کند.

دلیل اصلی من برای انتخاب سرفصل های فیل پلایت، تاکید بر تصویری بودن مباحث (بدون نیاز به ریاضیات و فیزیک پیشرفته) است.

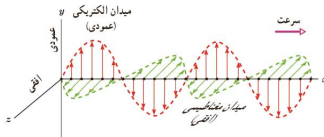
البته، دوره هایی که پس از "نخستین درس در ستاره شناسی" ارائه خواهند شد، دوره های مهارتی نجوم خواهند بود و به ریاضیات و فیزیک پیشرفته تری نیاز خواهند داشت.

نور: منبع اصلی اطلاعات ما از کیهان

- با مطالعه نجوم متوجه می شویم که ”تقریباً همه اطلاعاتی که از کیهان داریم، از طریق نور به دست ما رسیده است“.
- می توان پرسش های زیر را درباره نور مطرح کرد:
- ۱ نور چیست؟
- ۲ نور چگونه تولید می شود؟
- ۳ نور دریافت شده از یک جسم، چه چیزی درباره آن جسم به ما می گوید؟
- به این سوالات در این جلسه و جلسات بعد پاسخ می دهیم.



نور یک موج است و انرژی را منتقل می کند.



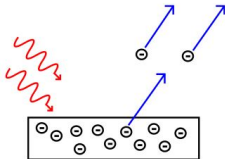
ویژگی های اساسی نور را می توان به صورت زیر بر شمرد:

نور خاصیت موجی دارد.
نور انرژی را منتقل می کند. به عبارت دیگر نور
شکلی از انرژی است.

همچنین، نور خاصیت ذره ای نیز دارد. ذرات
تشکیل دهنده نور را فوتون می نامند.

این نتایج حاصل صدها سال آزمایش و نظریه پردازی است.
درک این سه نکته ما را به درک فیزیک نور بسیار نزدیک می
سازد.

در ادامه این سه ویژگی را توضیح خواهیم داد هرچند در ابتدا
باید مفهوم موج را بفهمیم.



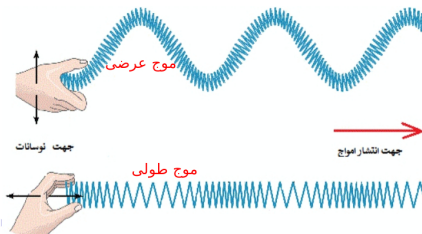
موج چیست؟

● دو نوع موج داریم: موج های عرضی و موج های طولی. در موج عرضی جابجایی ذرات در جهت عمود بر راستای انتشار موج است در حالی که در موج طولی (و یا موج فشار) جابجایی ذرات در راستای انتشار موج است. منظور از راستای انتشار موج، راستای حرکت ”طرح موج” است. فیلم مربوطه را ببینید.

● موج صوتی یک نوع موج طولی است.

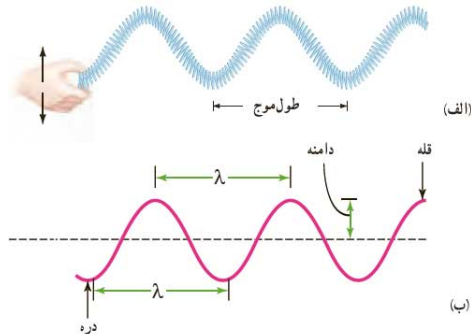
● مثال هایی از موج عرضی: به ویدئوی موج مکزیکی در ورزشگاه دقت کنید. در موج مکزیکی، همه افراد از جای خود برخاسته و می نشینند؛ ولی آنها جابه جا نمی شوند. با این وجود طرح موج جابه جا می شود. در موج آب هم وضعیت مشابهی داریم.

● نور یک موج الکترومغناطیسی عرضی است. بنابراین ما در ادامه بیشتر امواج عرضی را بحث خواهیم کرد.



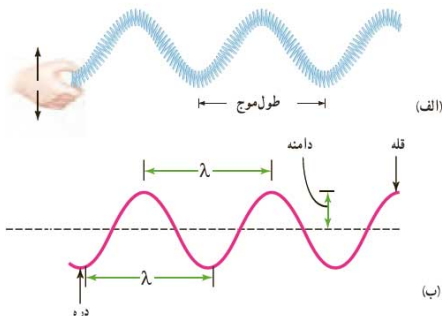
برخی ویژگی های موج

- دامنه یک موج عرضی بیشترین میزان جابه جایی عمودی در جهت بالا و یا پایین است.
- قله و دره موج نشان دهنده مکان هایی هستند که بیشترین جابجایی در جهت های عمودی و افقی اتفاق می افتند. به عبارت دیگر، به برآمدگی های موج، قله و به فرورفتگی های موج دره گفته می شود.
- فاصله بین دو برآمدگی یا دو فرورفتگی مجاور، طول موج نامیده می شود و آن را با λ نشان می دهند.



برخی ویژگی های موج

- دوره تناوب به فاصله زمانی بین دو قله متوالی موج گفته می شود. دوره تناوب را معمولا با T نشان می دهند.
- عکس دوره تناوب را فرکانس می نامند که واحد آن هرتز است و معمولا با $f \equiv 1/T$ نشان داده می شود.
- سرعت موج عبارت است از $v \equiv \frac{\lambda}{T} = \lambda f$
- دانستن این روابط مفید است؛ هرچند، سعی می کنیم فیزیک نور را به صورت مفهومی (بدون استفاده از فرمول ها) درک کنیم.



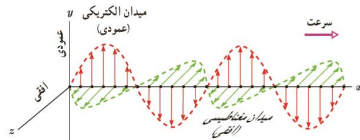
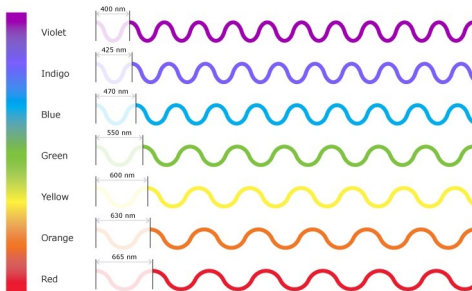
پراگندگی باز: جدول حروف یونانی و تلفظ آنها

جدول حروف یونانی

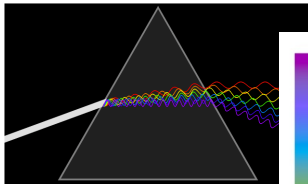
نام فارسی	نام لاتین	حرف کوچک	حرف بزرگ
آلفا	Alpha	α	A
بتا	Beta	β	B
گاما	Gamma	γ	Γ
دلتا	Delta	δ	Δ
ایپسیلون	Epsilon	ϵ	E
زتا	Zeta	ζ	Z
اتا	Eta	η	H
تتا	Theta	θ	Θ
یوتا	Iota	ι	I
کاپا	Kappa	κ	K
لاندا	Lambda	λ	Λ
مو (میو)	Mu	μ	M
نو	Nu	ν	N
زی	Xi	ξ	Ξ
اومیکرون	Omicron	o	O
پی	Pi	π	Π
رو	Rho	ρ	P
سیگما (زیگما)	Sigma	σ	Σ
تاو (تو)	Tau	τ	T
اوپسیلون	Upsilon	u	Υ
فی	Phi	ϕ	Φ
خی	Chi	χ	X
سای	Psi	ψ	Ψ
امگا	Omega	ω	Ω

نور به عنوان یک موج

- نور یک موج الکترومغناطیسی است. یعنی در نور، میدان های الکتریکی و مغناطیسی هستند که حرکت موجی انجام می دهند (مقدار این میدان ها با زمان کم و زیاد می شود.)
- توصیف دقیق نور نسبتا پیچیده است، ولی می توان با مشاهده نور نتایج بسیار مهمی گرفت:
- انرژی موج به طول موج آن بستگی دارد. امواج نور با طول موج بلندتر (λ بزرگتر) انرژی کمتری دارند و امواج نور با طول موج کوتاهتر (λ کوچکتر) انرژی بیشتری دارند. انرژی یک موج با طول موج λ برابر است با $E \propto \frac{1}{\lambda}$.



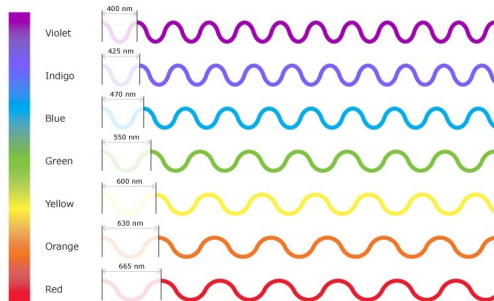
نور به عنوان یک موج



چشم انسان نور با طول موج های مختلف را به رنگ های متفاوت می بیند.

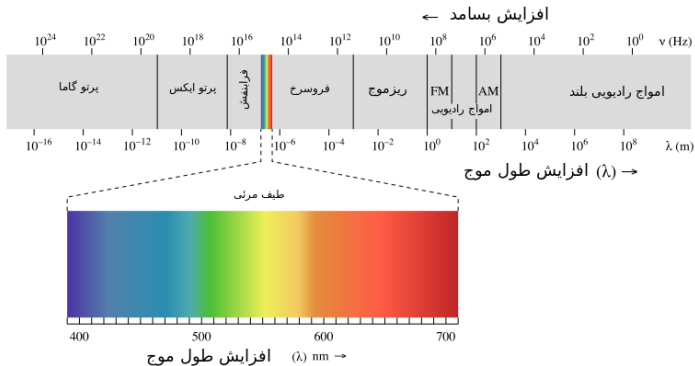
رنگ های متفاوت نور را طیف نور می گویند. منشور به راحتی نور سفید را رنگ های تشکیل دهنده اش تجزیه می کند.

موج نور با سرعتی حرکت می کند که سرعت نور نام دارد. سرعت نور در فضای خالی برابر است با 299792458 m/s . انرژی موج تابشی هم با همین سرعت منتقل می شود.



نور به عنوان یک موج

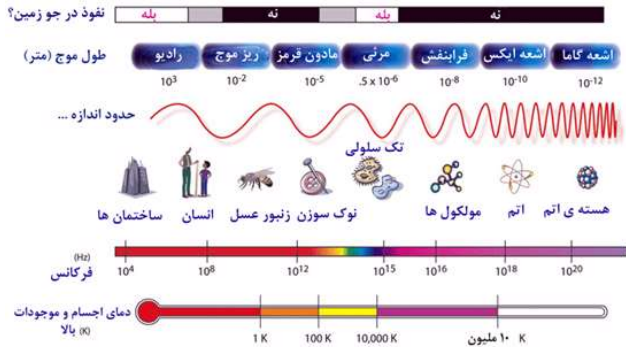
- ۵ البته ساختار چشم ما به صورتی است که فقط قسمتی از امواج الکترومغناطیسی را می بیند. این قسمت از طیف الکترومغناطیسی را نور مرئی می نامند.
- ۶ بخش های طیف الکترومغناطیسی، از تابش پر انرژی به سمت انرژی های کمتر، عبارتند از پرتوهای گاما، ایکس، فرابنفش، مرئی، فروسرخ، ریزموج و رادیویی.
- ۷ بازه بسامد و طول موج هرکدام از این پرتوها را در زیر می بینید.



نور به عنوان یک موج

- ۸ برخی ویژگی های موج الکترومغناطیسی مانند حدود اندازه، قابلیت نفوذ در جو زمین و دمایی که اجسام در آن شروع به تابش موج مورد نظر می کنند، را در شکل زیر می بینید.

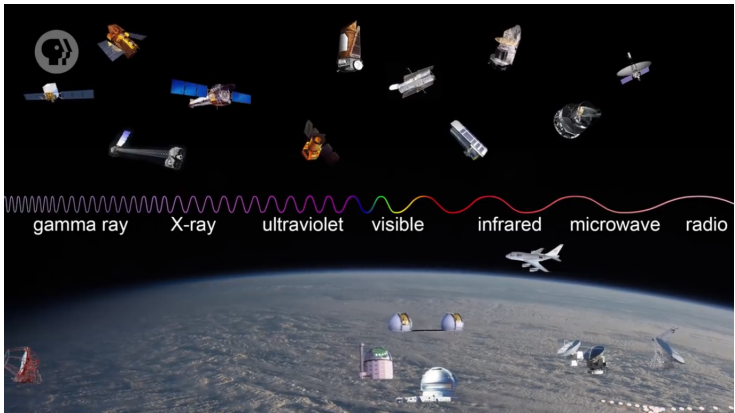
طیف الکترومغناطیسی



- ۹ بنابراین، انرژی پرتو گاما از ایکس بیشتر، پرتو ایکس از فرابنفش بیشتر، پرتو فرابنفش از مرئی بیشتر و ... به همین ترتیب.

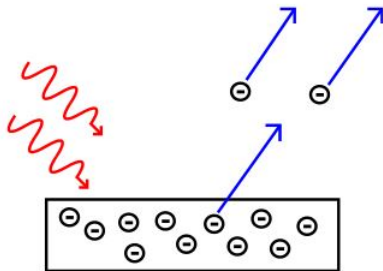
نور به عنوان یک موج

قسمت بزرگی از طیف الکترومغناطیسی را نمی توان با چشم دید. بنابراین، قسمت اعظمی از کیهان عملاً از چشم انسان پوشیده می ماند مگر اینکه ما دستگاه هایی را برای درک آنها ابداع کنیم. همانطور که در درس تلسکوپ ها (درس هفتم از بخش اول) گفته شد، برای فهم هر قسمت خاص از طیف الکترومغناطیسی تلسکوپ خاصی ابداع شده است.



نور به عنوان ذره

نور می تواند مثل ذره هم رفتار کند! این موضوع را اولین بار پلانک و اینشتین توضیح داده اند. ذره نور (کوانتوم نور) را فوتون می نامند. مثلاً یک فوتون می تواند با یک اتم برخورد کرده و الکترون آن را آزاد کند. این پدیده را اثر فوتوالکتریک می نامند. نظریه کوانتوم، که قسمت بسیار مهمی از فیزیک مدرن است، پایه درک نور ذره ای و ماده است.



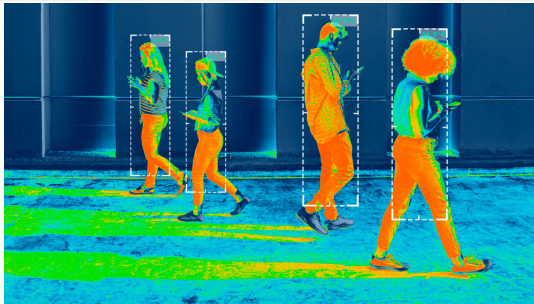
نور چگونه تولید می شود؟ یکی از اساسی ترین خواص ماده این است که وقتی گرم می شود، انرژی جذب می کند و سپس آن انرژی را به محیط پس می دهد. یکی از راه های پس دادن انرژی به محیط تابش الکترومغناطیسی است.

نور به عنوان یک موج

آزمایش ها نشان داده اند که نوع تابشی که یک ماده از خود بیرون می دهد، بستگی به دمای آن ماده دارد. جسمی که داغ است، تابشی با انرژی بالا خواهد داشت (طول موج کوچک) در حالی که یک جسم سرد تابشی با انرژی کم (طول موج زیاد) دارد. این نکته را در عمل دیده ایم: وقتی هیتر برقی را روشن می کنیم در ابتدا میله آن قرمز می شود، سپس نارنجی و در انتها زرد می شود. یعنی هرچه قدر هیتر داغ تر می شود، طول موج نور تابشی آن کم تر می شود.



تصاویری از تابش فروسرخ



ساختمان ها و حتی انسان ها هم از خود نور می تابند؛ هرچند، این نور در ناحیه فروسرخ است و توسط چشم انسان قابل دیدن نیست.

از قسمت های مختلف جهان نیز نورهای مختلفی تابیده می شود. برای درک این تابش ها، باید کمی دقیق تر به منبع آنها نگاه کنیم.



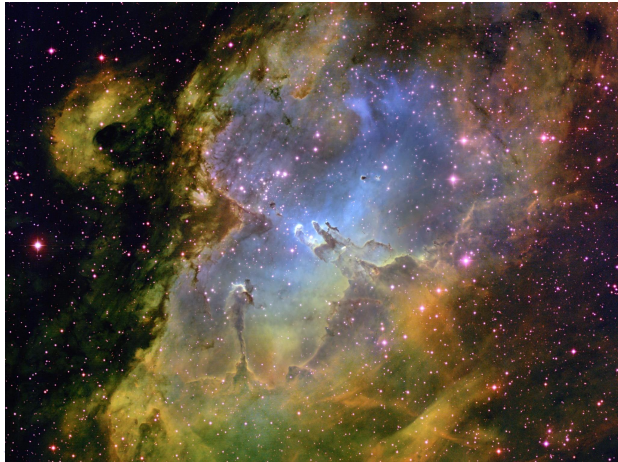
Visible - WFPC - 2015



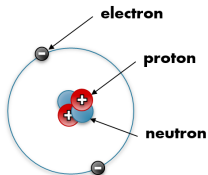
Infrared - WFPC - 2015

تابش ابرهای گازی در کیهان

- ابرهای گازی در کیهان چگالی بسیار کمی دارند. ولی حتی این ابرها نیز از خود نور ساطع می کنند. برای درک این تابش باید ساختار اتم ها و مولکول های موجود در این ابرها (به ویژه فرایند تولید نور آنها) را بهتر بشناسیم.



ساختار اتم ها



Helium Atom

مواد از اتم ها تشکیل شده اند.

اتم ها نیز از سه ذره اصلی الکترون (با بار منفی)، پروتون (با بار مثبت) و نوترون (بدون بار) تشکیل شده اند.

پروتون و نوترون بسیار سنگین تر از الکترون هستند.

پروتون ها و نوترون ها در مرکز اتم قرار دارند (مرکز اتم را هسته می نامند) و الکترون ها به دور مرکز در حال دوران هستند.

جدول دوره های عناصر

جدول دوره‌ای عناصرها

۱	۲																	۱۸																																					
H هیدروژن 1.008	He هلیوم 4.003																	Ar آرگون 39.948																																					
۳	۴																	۱۹																																					
Li لیتیم 6.941	Be بهریلیم 9.012																	K پتاسیم 39.098																																					
۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰																																								
Na سدیم 22.990	Mg منگنز 24.305	Al آلومینیم 26.981	Si سیلیسیم 28.086	P فسفور 30.974	S کبریت 32.06	Cl کلر 35.45	Ar آرگون 39.948	K پتاسیم 39.098	Ca کلسیم 40.078	Sc اسکاندیم 44.956	Ti تیتانیوم 47.88	V وانادیوم 50.942	Cr کروم 51.996	Mn منگنز 54.938	Fe آهن 55.845	Co کوبالت 58.933	Ni نیکل 58.69	Cu مس 63.546	Zn روی 65.38	Ga گالیم 69.723	Ge ژرمانیم 72.64	As آرسنیک 74.922	Se سلنیوم 78.96	Br برم 79.904	Kr کریپتون 83.80																														
۲۱	۲۲	۲۳	۲۴	۲۵	۲۶	۲۷	۲۸	۲۹	۳۰	۳۱	۳۲	۳۳	۳۴	۳۵	۳۶	۳۷	۳۸	۳۹	۴۰	۴۱	۴۲	۴۳	۴۴	۴۵	۴۶	۴۷	۴۸	۴۹	۵۰																										
Rb روبیوم 85.468	Sr استرونسیم 87.62	Y یتریم 88.906	Zr زیرکونیم 91.224	Nb نیوبیم 92.906	Mo مولیبدن 95.94	Tc تکنسیم [98]	Ru روثنیم 101.07	Rh رودیم 102.91	Pd پالادیم 106.42	Ag نقره 107.87	Cd کادمیوم 112.41	In این 114.82	Sn سرب 118.71	Sb آنتیمون 121.76	Te تلیور 127.6	I یود 126.91	Xe کسین 131.29	Cs سزیم 132.91	Ba باریم 137.33	Lu لوئیزیوم 174.967	Hf هافنیم 178.49	Ta تانالتان 180.948	W ولفرام 183.84	Re رنتگنیم 186.207	Os اوسمיום 190.23	Ir ایریدیوم 192.22	Pt پلاتین 195.08	Au طلا 196.967	Hg جیوه 200.59	Tl تالیوم 204.38	Pb سرب 207.2	Bi بزمبیت 208.98	Po پولونیوم [209]	At آستاتین [210]	Rn رادیون [222]																				
۵۱	۵۲	۵۳	۵۴	۵۵	۵۶	۵۷	۵۸	۵۹	۶۰	۶۱	۶۲	۶۳	۶۴	۶۵	۶۶	۶۷	۶۸	۶۹	۷۰	۷۱	۷۲	۷۳	۷۴	۷۵	۷۶	۷۷	۷۸	۷۹	۸۰	۸۱	۸۲	۸۳	۸۴	۸۵	۸۶	۸۷	۸۸	۸۹	۹۰																
Fr فرانسیوم [223]	Ra رادیوم [226]	Ac آکتینیم [227]	Th تورانیوم 232.038	Pa پروتاکتینیوم 231.036	U اورانیوم 238.029	Np نپتونیوم [237]	Pu پلوتونیوم [244]	Am آمریکیم [243]	Cm کالمیوم [247]	Bk برکلیوم [247]	Cf کالیفرنیم [251]	Es ایسپرانگیم [252]	Fm فرمنیوم [257]	Md میدلاندیم [258]	No نوبلیم [259]	Lr لوئیزیوم [262]	Og اوسگین [284]	Ts تسلیوم [294]	Og اوسگین [294]	Lr لوئیزیوم [262]	Hf هافنیم 178.49	Ta تانالتان 180.948	W ولفرام 183.84	Re رنتگنیم 186.207	Os اوسمיום 190.23	Ir ایریدیوم 192.22	Pt پلاتین 195.08	Au طلا 196.967	Hg جیوه 200.59	Tl تالیوم 204.38	Pb سرب 207.2	Bi بزمبیت 208.98	Po پولونیوم [209]	At آستاتین [210]	Rn رادیون [222]	Fr فرانسیوم [223]	Ra رادیوم [226]	Ac آکتینیم [227]	Th تورانیوم 232.038	Pa پروتاکتینیوم 231.036	U اورانیوم 238.029	Np نپتونیوم [237]	Pu پلوتونیوم [244]	Am آمریکیم [243]	Cm کالمیوم [247]	Bk برکلیوم [247]	Cf کالیفرنیم [251]	Es ایسپرانگیم [252]	Fm فرمنیوم [257]	Md میدلاندیم [258]	No نوبلیم [259]	Lr لوئیزیوم [262]	Og اوسگین [284]	Ts تسلیوم [294]	Og اوسگین [294]

عدد اتمی

نماد شیمیایی

نام

جرم اتمی میانگین

ساختار اتم ها

● پروتون، با بار مثبت خود، به الکترون با بار منفی نیروی جاذبه الکتریکی وارد می کند. این نیرو باعث می شود الکترون به دور هسته دوران کند.

● ویژگی های کلی هر اتم به وسیله تعداد پروتون های آن (که به عدد اتمی معروف است) تعیین می شود. مثلاً هیدروژن یک پروتون، هلیوم دو پروتون، لیتیم سه پروتون و ... دارند.

جدول دوره های عناصرها

جدول دوره‌های عناصرها

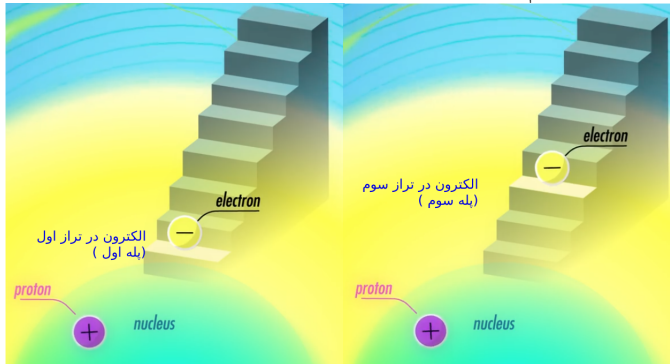
۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸
۱ H هیدروژن ۱.۰۰۸	۲ He هلیوم ۴.۰۰۲																
۳ Li لیتیم ۶.۹۴	۴ Be بهریم ۹.۰۰۱											۵ B بور ۱۰.۸۰	۶ C کربن ۱۲.۰۱	۷ N نیتروژن ۱۴.۰۱	۸ O اکسیژن ۱۶.۰۰	۹ F فلورین ۱۹.۰۰	۱۰ Ne نئون ۲۰.۱۸
۱۱ Na سدیم ۲۲.۹۹	۱۲ Mg منگنز ۲۴.۳۱											۱۳ Al آلومینیم ۲۶.۹۸	۱۴ Si سیلیسیم ۲۸.۰۹	۱۵ P فسفر ۳۰.۹۷	۱۶ S کبریت ۳۲.۰۷	۱۷ Cl کلر ۳۵.۴۵	۱۸ Ar آرگون ۳۹.۹۵
۱۹ K پتاسیم ۳۹.۱۰	۲۰ Ca کلسیم ۴۰.۰۸	۲۱ Sc اسکاندیوم ۴۴.۹۶	۲۲ Ti تیتانیوم ۴۷.۸۷	۲۳ V وانادیوم ۵۰.۹۴	۲۴ Cr کروم ۵۲.۰۰	۲۵ Mn منگنز ۵۴.۹۴	۲۶ Fe آهن ۵۵.۸۵	۲۷ Co کوبالت ۵۸.۹۳	۲۸ Ni نیکل ۵۸.۶۹	۲۹ Cu مس ۶۳.۵۵	۳۰ Zn روی ۶۵.۳۷	۳۱ Ga گالیم ۶۹.۷۲	۳۲ Ge ژرمنیم ۷۲.۶۴	۳۳ As آرسنیک ۷۴.۹۲	۳۴ Se سلنیم ۷۸.۹۶	۳۵ Br بروم ۷۹.۹۰	۳۶ Kr کریپتون ۸۳.۸۰
۳۷ Rb روبیوم ۸۵.۴۷	۳۸ Sr استرانسیم ۸۷.۶۲	۳۹ Y یتریم ۸۸.۹۱	۴۰ Zr زیرکونیم ۹۱.۲۲	۴۱ Nb نیوبیم ۹۲.۹۱	۴۲ Mo مولیبدن ۹۵.۹۴	۴۳ Tc تکنسیم -	۴۴ Ru روبینیوم ۱۰۱.۰۷	۴۵ Rh روتنیوم ۱۰۱.۰۷	۴۶ Pd پالادیوم ۱۰۶.۴۰	۴۷ Ag نقره ۱۰۷.۸۶	۴۸ Cd کادمیوم ۱۱۲.۴۰	۴۹ In این ۱۱۴.۸۱	۵۰ Sn سنگین ۱۱۸.۷۱	۵۱ Sb آنتیمون ۱۲۱.۷۵	۵۲ Te تلیوریم ۱۲۷.۶۰	۵۳ I یود ۱۲۶.۹۰	۵۴ Xe کسین ۱۳۱.۳۰
۵۵ Cs سزیم ۱۳۲.۹۰	۵۶ Ba باریم ۱۳۷.۳۳	۵۷ Lu لوئیسیم ۱۷۵.۰۰	۵۸ Hf هافنیم ۱۷۸.۵۰	۵۹ Ta تانگستن ۱۸۰.۹۰	۶۰ W ولفرام ۱۸۳.۸۴	۶۱ Re رنتگنیم ۱۸۶.۲۰	۶۲ Os اوسمیوم ۱۹۰.۲۰	۶۳ Ir ایریدیوم ۱۹۲.۲۰	۶۴ Pt پلاتین ۱۹۵.۰۸	۶۵ Au طلا ۱۹۷.۰۰	۶۶ Hg جیوه ۲۰۰.۵۹	۶۷ Tl تالیوم ۲۰۴.۳۸	۶۸ Pb سرب ۲۰۷.۲۰	۶۹ Bi بیزم ۲۰۸.۰۰	۷۰ Po پولونیوم [۲۰۹]	۷۱ At آستاتین [۲۱۰]	۷۲ Rn ران [۲۲۲]
۸۷ Fr فرانسییم [۲۲۳]	۸۸ Ra رادیوم [۲۲۶]	۸۹ Ac آکتینیم [۲۲۷]	۹۰ Th توریم ۲۳۲.۰۰	۹۱ Pa پروتاکتینیم ۲۳۱.۰۰	۹۲ U اورانیوم ۲۳۸.۰۰	۹۳ Np نپتونیم [۲۳۷]	۹۴ Pu پلوتونیوم [۲۴۴]	۹۵ Am آمرسیوم [۲۴۳]	۹۶ Cm کوریوم [۲۴۷]	۹۷ Bk برکلیوم [۲۴۷]	۹۸ Cf کالیفرنیم [۲۵۱]	۹۹ Es ایسپانتیم [۲۵۲]	۱۰۰ Fm فرمیوم [۲۵۷]	۱۰۱ Md مندلیفیم [۲۵۸]	۱۰۲ No نوبلیوم [۲۵۹]	۱۰۳ Lr لوئورنسیوم [۲۶۰]	۱۰۴ Og اوغانسسون [۲۶۹]
۵۷ La لانتان ۱۳۸.۹۰	۵۸ Ce سرمیم ۱۴۰.۱۰	۵۹ Pr پراسیتودیم ۱۴۰.۹۰	۶۰ Nd نئودیمیم ۱۴۴.۲۰	۶۱ Pm پرومتیم [۱۴۵]	۶۲ Eu یورپیم ۱۵۲.۰۰	۶۳ Gd گادولینیم ۱۵۷.۰۰	۶۴ Tb تربیم ۱۵۸.۹۰	۶۵ Dy دیسپروسیم ۱۶۲.۵۰	۶۶ Ho هولیم ۱۶۴.۹۰	۶۷ Er اریم ۱۶۷.۲۰	۶۸ Tm تولیم ۱۶۸.۹۰	۶۹ Yb ایتریم ۱۷۳.۰۰					
۸۹ Ac آکتینیم [۲۲۷]	۹۰ Th توریم ۲۳۲.۰۰	۹۱ Pa پروتاکتینیم ۲۳۱.۰۰	۹۲ U اورانیوم ۲۳۸.۰۰	۹۳ Np نپتونیم [۲۳۷]	۹۴ Pu پلوتونیوم [۲۴۴]	۹۵ Am آمرسیوم [۲۴۳]	۹۶ Cm کوریوم [۲۴۷]	۹۷ Bk برکلیوم [۲۴۷]	۹۸ Cf کالیفرنیم [۲۵۱]	۹۹ Es ایسپانتیم [۲۵۲]	۱۰۰ Fm فرمیوم [۲۵۷]	۱۰۱ Md مندلیفیم [۲۵۸]	۱۰۲ No نوبلیوم [۲۵۹]				

عدد اتمی — ۱ —
 نام — هیدروژن —
 نماد شیمیایی — H —
 جرم اتمی میانگین — ۱/۰۰۸ —

عدد اتمی
نام
نماد شیمیایی
جرم اتمی میانگین

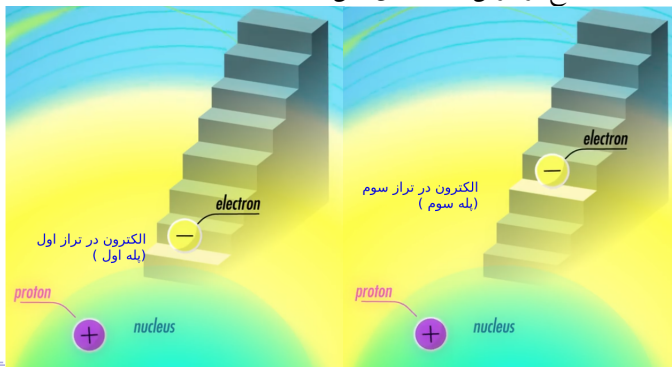
اتم ها کوانتومی اند: فیزیک آنها گسسته (دانه دانه) است.

- معمولا گفته می شود که مانند گردش سیارات به دور خورشید، الکترون ها هم به دور هسته در حال چرخش هستند. هرچند، تصویر واقعی بسیار پیچیده تر است و نیاز به دانستن مکانیک کوانتومی دارد.
- به صورت خلاصه، الکترون اجازه دارد فقط در حالت های مشخصی در اطراف هسته قرار بگیرد. یعنی همه فضای اطراف هسته و همه حالت ها در اختیار الکترون نیست. این یکی از مهم ترین اصول کوانتومی در درک اتم هاست.



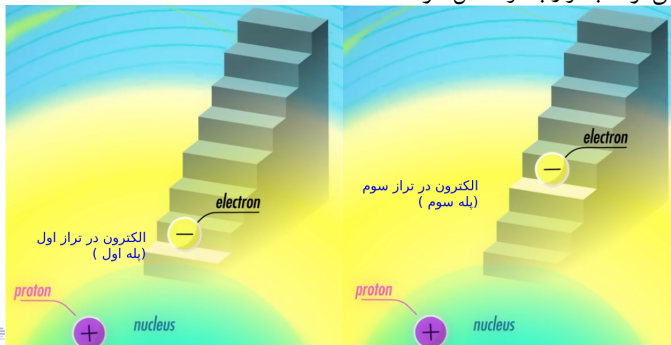
اتم ها کوانتومی اند: فیزیک آنها گسسته (دانه دانه) است.

- حالت های مجاز الکترون به انرژی الکترون بستگی دارد. انرژی الکترون نیز نمی تواند هر مقداری داشته باشد بلکه فقط مقادیر مشخصی دارد. این بیان دیگری از وضعیت کوانتومی (دانه دانه ای) اتم است.
- وضعیت بسیار شبیه به پله هاست! به شکل زیر دقت کنید. الکترون می تواند در پله های ۱، ۲، ۳ و ... قرار بگیرد ولی نمی تواند مثلاً در پله $1/7$ و یا $2/5$ قرار بگیرد.
- این پله ها را در اصطلاح کوانتومی "تراز انرژی" می نامند.

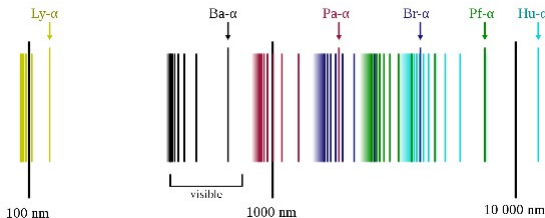
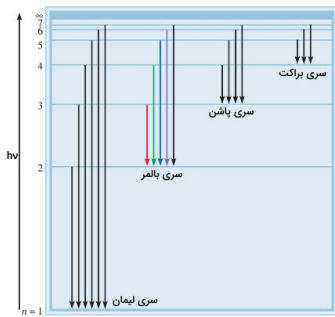


اتم ها کوانتومی اند: فیزیک آنها گسسته (دانه دانه) است.

- الکترون می تواند بین ترازها جابجا شود. در اثر جابجایی الکترون بین ترازها، اتم انرژی دریافت می کند و یا انرژی تابش می کند.
- مقدار انرژی باید ”دقیقا“ با اختلاف انرژی بین دو تراز برابر باشد. اگر انرژی مورد نظر کمی بیشتر و یا کمتر از اختلاف دو تراز باشد، الکترون منتقل نخواهد شد.
- وقتی الکترون از تراز بالاتر به تراز پایین تر می آید انرژی به صورت نور (فوتون) ساطع می شود. همچنین، اگر الکترونی که در تراز پایین قرار دارد مقدار کافی انرژی دریافت کند (به صورت فوتون) می تواند به تراز بالاتر منتقل شود.



هر اتم نور با رنگ های مشخصی را جذب و یا تابش می کند.

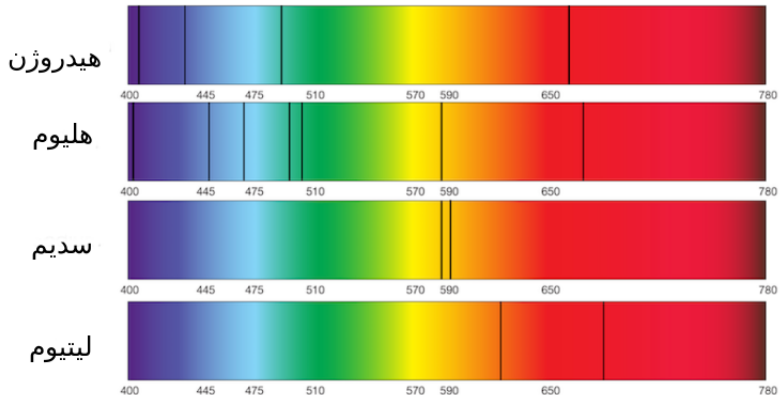


همانطور که قبلاً گفته شد، انرژی و طول موج نور با هم رابطه دارند. از طرفی گفته شد که طول موج نشان دهنده رنگ نور است. بنابراین وقتی الکترون در بین ترازهای اتم جابجا می شود، اتم پرتوهای نور با رنگ های مشخصی را جذب و یا تابش می کند.

فاصله پله ها (ترازها) در اتم های مختلف متفاوت است. بنابراین، اتم های مختلف، پرتوهای نور با رنگ های متفاوتی را تابش و یا جذب می کنند. این رنگ ها مثل اثر انگشت اتم ها هستند. هیچ دو اتمی طیف گسیلی و جذبی یکسان با اتم دیگر ندارد.

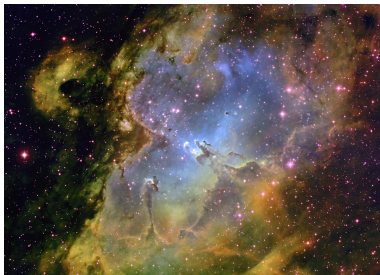
نکته اخیر کلید درک کیهان است!

طیف جذبی چند اتم



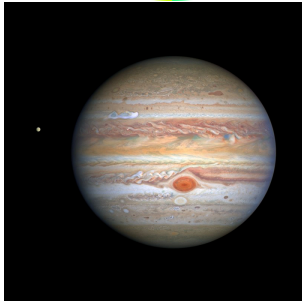
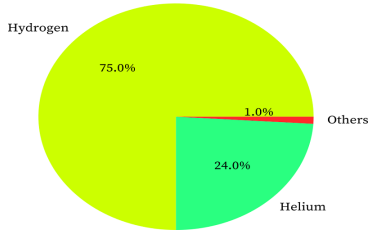
طیف شناسی اتم ها، راهی برای درک کیهان

- اگر بتوانیم رنگ نور تابش شده توسط اتم ها در هر نقطه از کیهان را دقیقاً تعیین کنیم، آنگاه می توانیم به دقت بگوییم که آن نقطه خاص کیهان از چه اتم هایی (و یا مولکول هایی) تشکیل شده است؛ بدون آنکه به آن نقطه دسترسی داشته باشیم.
- این کار را دستگاه های طیف سنج بسیار دقیق انجام می دهند. دستگاه طیف سنج تلسکوپ فضایی هابل را در اینجا ملاحظه می کنید.
- البته اگر چگالی آن ناحیه زیاد باشد (مانند ستارگان)، رنگ نور تابشی بیشتر به دمای ناحیه بستگی دارد تا جنس آن. ولی اگر چگالی کم باشد (مانند ابرهای گازی)، رنگ نور تابش شده به جنس ماده بستگی خواهد داشت.



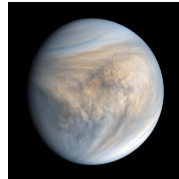
تاکنون چه چیزهایی از طیف شناسی اتم ها و مولکول های کیهان آموخته ایم؟

توزیع عناصر در کیهان



از طیف شناسی نور تابیده شده از اتم ها و مولکولها در نقاط مختلف کیهان آموخته ایم که

- ۱ بیشتر جرم کیهان را هیدروژن و هلیوم تشکیل می دهد و سهم بقیه عناصر بسیار ناچیز است. توزیع اتم ها در کیهان با مدل مهبانگ تا حد بسیار خوبی همخوانی دارد.
- ۲ در جو مشتری گاز متان وجود دارد.
- ۳ در جو ناهید مقدار زیادی گاز کربن دی اکسید وجود دارد.
- ۴ طیف سنجی می تواند نتایج جالبی درباره دور شدن و نزدیک شدن اجرام هم به ما بگوید (داپلر: ادامه).

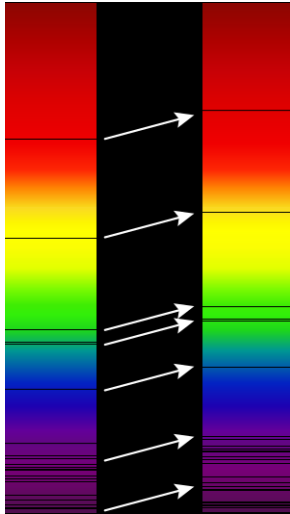


پدیده داپلر صوتی

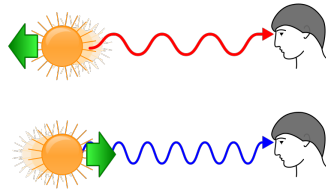
- وقتی منبع تولید موج و ناظری که موج را مشاهده می کند ساکن نباشند، اتفاق بسیار جالبی رخ می دهد که به پدیده داپلر (دوپلر) مشهور است.
- شما این پدیده را قبلاً با نزدیک شدن و دور شدن آمبولانس (و یا پلیس و آتشنشانی) به خود دیده اید. وقتی ماشین آژیرکشان به شما نزدیک می شود، صدای آژیر لحظه به لحظه زیرتر می شود و وقتی آژیر از شما دور می شود، صدا لحظه به لحظه بم تر می شود.
- دلیل این موضوع این است که جبهه های موج در جهت حرکت ماشین فشرده شده (طول موج کوتاهتر می شود) در حالی که جبهه های موج در خلاف جهت حرکت باز می شوند (در این جهت طول موج بلندتر است).
- اگر منبع صدا ثابت باشد و ناظر به سمت آن حرکت کند هم پدیده مشابهی اتفاق می افتد.



پدیده داپلر نوری

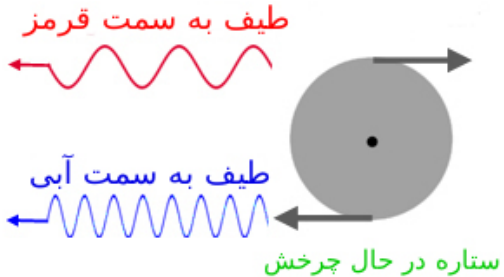


- پدیده داپلر در امواج نوری هم رخ می دهد.
- اگر جرم آسمانی به سمت ما نزدیک شود، طول موج آن کوتاهتر می شود. می گوئیم نور آبی تر شده است.
- اگر جرم آسمانی از ما دور شود، طول موج آن بلندتر می شود. می گوئیم نور قرمزتر شده است. این پدیده را انتقال به سرخ و یا سرخ گرایی می گویند.
- با استفاده از طیف سنجی می توان سرعت حرکت جسم (مثلاً یک کهکشان) نسبت به ما را نیز سنجید. با استفاده از این تکنیک بود که برای اولین بار ثابت شد کیهان در حال انبساط است.



شگفتی های دیگر طیف سنجی

- با استفاده از طیف سنجی می توان فهمید که آیا یک جسم در حال دوران است یا نه، و سرعت دوران آن را نیز تعیین کرد.
- با استفاده از طیف سنجی می توان فهمید که آیا یک جسم میدان مغناطیسی دارد و یا نه، و اندازه میدان مغناطیسی آن را نیز تعیین کرد.
- در برخی موارد می توان چگالی و جرم اجرام را نیز با استفاده از طیف سنجی تعیین کرد.
- به صورت خلاصه، طیف یک شیئی مانند اثر انگشت آن عمل می کند و اطلاعات فراوانی در اختیار ما قرار می دهد.



نکات مهم این درس

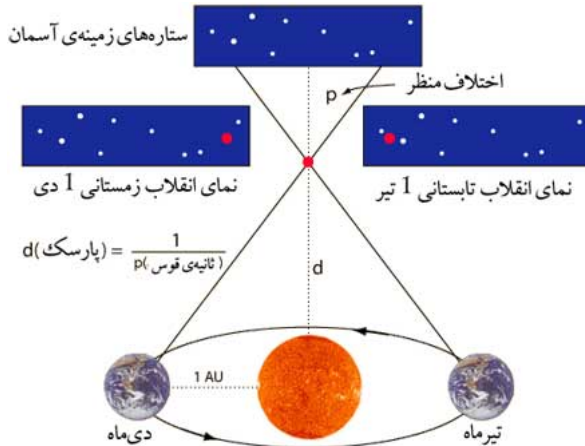
انتظار این است که در انتهای این درس شما بتوانید مفاهیم اصلی و نقش نور در ستاره شناسی را بیان کنید. همچنین، انتظار می رود که بتوانید پرسش های زیر را پاسخ گوید:

- ۱ موج چیست؟ چند پدیده موجی را نام ببرید.
- ۲ موج طولی چیست؟ موج عرضی چگونه است؟ مثال هایی از هر کدام نام ببرید.
- ۳ دامنه موج، قله و دره موج، طول موج را با رسم شکل توضیح دهید.
- ۴ دوره تناوب موج، فرکانس موج و سرعت موج را توضیح دهید.
- ۵ نور چه نوع موجی است؟
- ۶ انرژی نور چه رابطه ای با طول موج آن دارد؟ انرژی نور آبی بیشتر است و یا نور قرمز؟
- ۷ منظور از طیف نور چیست؟
- ۸ بخش های مختلف طیف الکترومغناطیسی را نام ببرید. انرژی کدام بخش بیشترین و انرژی کدام بخش کمترین است؟
- ۹ ذره نور چه نام دارد؟
- ۱۰ نور چگونه تولید می شود؟
- ۱۱ ساختار اتم ها را توضیح دهید. جدول تناوبی چیست؟
- ۱۲ آیا انرژی الکترون در اتم گسسته است و یا پیوسته؟ منظور از تراز انرژی اتم چیست؟
- ۱۳ اگر الکترون از تراز بالاتر انرژی به تراز پایین تر برود چه اتفاقی می افتد؟ الکترون چگونه می تواند از تراز پایین انرژی به تراز بالاتر برود؟
- ۱۴ چرا اتم های مختلف، پرتوهای نور با رنگ های متفاوتی را تابش و یا جذب می کنند؟
- ۱۵ چند نتیجه مهم طیف شناسی در اخترفیزیک را نام ببرید.
- ۱۶ پدیده داپلر برای موج صوتی را توضیح دهید.
- ۱۷ پدیده داپلر برای موج نوری را توضیح دهید.

اگر درباره هر کدام از مفاهیم یاد شده بالا مشکلی احساس می کنید، می توانید درس را یک بار دیگر مرور کنید.

مبحث بعدی: فاصله ها در ستاره شناسی

در جلسه بعد فرا می گیریم که چطور منجمین فاصله اجرام در کیهان را تعیین می کنند.



منابع درس

- ۱ PBS Crash Course Astronomy by Phil Plait, available on YouTube and PBS website

- ۱ نجوم به زبان ساده، مایر دگانی، ویراست سوم، ترجمه محمدرضا خواجه پور، انتشارات گیتاشناسی، ۱۳۹۳
- ۲ اساس ستاره شناسی، مایکل سیدز، جلد‌های ۱ و ۲، ترجمه اشرفی و صالحی، ویراسته خواجه‌پور، انتشارات دانشگاه امام رضا (ع)، ۱۳۹۰

با سپاس از توجه شما،
لطفاً ما را در شبکه های
اجتماعی دنبال کنید.